

Om artikelförfattaren

Artikelförfattaren **Christer Svensson** är utbildad civilingenjör i kemiteknik från Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg. Han har också arbetat och undervisat på samma ställe.

Han har varit verksam inom batteribranschen i nästan 30 år och har haft ansvar för olika uppgifter inom produktion och utveckling av batterier. Detta gäller bland annat batterier till bilar, lastbilar, marin/fritidssektorn och MC, samt utveckling och produktion av batterier för olika industriella behov.

Christer Svensson arbetar i dag som Senior Product Manager inom Exide Technologies Nordics. Han är även ansvarig för miljöfrågor inom Exide Technologies Sverige.

Laddning av batterier – en vetenskap för sig

En förutsättning för att batterier skall fungera effektivt och säkert under lång tid är dels att man är noggrann med att välja rätt typ av batteri för den applikation det skall användas i och dels att man sköter batteriet på ett riktigt sätt.

I fråga om skötsel kan betydelsen av att hålla batteriet laddat knappast överskattas och att välja en laddare som är anpassad för det batteri som skall laddas är av avgörande betydelse.

När batterierna är monterade i elektriska system, till exempel i bilar, sköts laddningen automatiskt av generatoren i elsystemet och normalt behöver man inte bekymra sig för deras laddningstillstånd. Men i alla de fall där batteriet inte är kopplat till en systemintegrerad generator måste det laddas med en separat batteriladdare.

En laddare kan enkelt konstrueras med hjälp av en likriktare och en transformator, och de konventionella laddare som användes förr var också byggda efter principen. I sin enklaste form hade de endast ett motstånd inkopplat i serie med batteriet. Med hjälp av motståndet fick man en enkel spännings- och strömreglering över batteriet.

Dessa laddare var stora, tunga, värmealstrande apparater med en osäker funktion eftersom spänningen ut från laddaren, alltså laddningsspänningen, med en sådan anordning blir beroende av nätets spänning, vilket betydde att spänningen över batteriet kunde bli både för låg och för hög. Resultatet kunde alltså bli både otillräcklig laddning och överladdning. Båda fallen är skadliga för batterier och leder till att de blir fördärvade i förtid.



En Tudorladdare från 60-talet

Ett stort steg framåt togs när laddarna började förses med reglering.

I dessa så kallade reglerade transformatorladdare sker regleringen med hjälp av tyristorer eller transistorer och innebär att man kan göra laddaren okänslig för spänningsvariationer i elnätet på ett helt annat sätt än tidigare. Praktiskt styr man laddaren mot den önskade laddningskurvan genom att ersätta dioderna i likriktarbryggan med tyristorer eller transistorer och styra dessa genom en reglerkrets där man återkopplar mätningar av den ström och spänning laddaren ger ifrån sig och låta dessa mätvärden bestämma hur stor del av den inkommande nätströmmen som skall släppas igenom och matas ut från laddaren.

Moderna laddare

I dagens moderna laddare används en speciell teknik, switchteknik, för att omvandla växelström till likström av rätt spänning. Dessa laddare brukar kallas primärswitchade och i dessa är den konventionella transformatorn med stor järnkärna ersatt av en likriktare och en elektronisk brytare. Enkelt kan man beskriva uppbyggnaden som att den inkommande nätspänningen likriktas i en diodbrygga och därefter "hackas" upp med hjälp av en högfrekvent switch, 50 - 200 kHz, till en växelspanning som i en transformator med mycket liten massa transformerar ner, likriktas och filtreras från växelströmskomponenter med hjälp av kondensatorer och induktanser innan den matas ut till batteriet.

Tekniken har funnits tillgänglig sedan mitten av 90-talet och erbjuder många fördelar gentemot de konventionella laddarna.

- De primärswitchade laddarna regleras med avancerad elektronik som gör dem än mer okänsliga för matningsspänningen vilket alltså betyder en mer exakt laddningsspänning.
- De har högre verkningsgrad, snabbare reglering, lägre värmeutveckling och ett försumbart rippel, alltså inslag av växelström, vilken om den är stor leder till värmeutveckling som medför att batterierna blir varma och slits.
- Dessutom medför användandet av högfrekvensteknik att laddarna kan göras betydligt mindre och lättare. En modern konsumentladdare för normalstora 12V batterier är idag inte större än ett smörpaket och väger runt halvkilot.

När så den tekniska utvecklingen av hårdvaran har lett till att man på ett exakt sätt kan styra spänning och ström ut från laddarna återstår att programmera in ett laddningsförlopp i laddarens mikroprocessor som på ett effektivt sätt ger batterierna rätt mängd laddning. På grund av att laddarna måste kunna fungera under de mest skiftande förhållanden såsom för olika batteristorlekar, olika batteriteknologier och temperaturer måste ett antal kriterier läggas in för att uppnå en effektiv laddning.

Tre faser

När ett urladdat batteri skall laddas så kan man som enkel princip säga att detta sker under tre olika faser.

I det första steget där merparten av kapaciteten laddas in styrs förloppet av att man begränsar spänningen över batteriet så att man undviker så kallad gasning. Med gasning menas en spänningsberoende bireaktion som innebär att vatten sönderdelas till vätegas och syrgas, vilket leder till oönskade effekter såsom att batteriet blir varmt och torkar ut eftersom vattnet i elektrolyten avgår i form av gas. För ett 12V batteri vid rumstemperatur inträder gasning vid ca 14,4V.

Den ström som ett urladdat batteri inledningsvis kan ta emot utan att nå gasningsspänning är relativt hög, men den avtar successivt allteftersom laddningen fortgår.

Som tumregel kan man säga att ett batteri utan att ta skada kan laddas med lika många A som det fattas Ah till att batteriet skall vara fulladdat. Det vill säga att om till exempel 50 Ah är urladdat så kan batteriet laddas med 50 A. En laddning enligt denna princip skulle innebära att man laddade med en konstant spänning under hela laddningsförloppet, och det är den snabbaste typ av laddning som går att åstadkomma. Den är dock inte praktiskt tillämpad för konsumentbruk eftersom den skulle kräva att man dimensionerade laddarna för höga strömmar vilket skulle innebära att de blev både stora och dyra.

Istället bygger man normalt laddarna så att de lämnar en maximal ström på mellan 4 och 15 A för laddare som om de är avsedda för normalstora bilbatterier.

I det första laddningssteget låter man laddaren ladda med sin maxström till dess att spänningen över batteriet når gasningsspänningen.

Under denna första del av laddningen återladdas största delen av den urladdade kapaciteten. Om till exempel laddaren ger 7A så är laddningstillståndet för ett 70 Ah-batteri enligt tumregeln ovan 90 procent när gasningsspänningen nås.

I det andra laddningssteget låser man spänningen vid gasningsspänning och låter strömmen sjunka. Ett problem i detta sammanhang är att gasningsspänningen är starkt temperaturberoende och varierar med ca 0,3V för var tionde grad. För batterier i rumstemperatur ligger, som nämnts ovan, tröskelspanningen på ca 14,4V för ett 12V batteri, och på grund av temperaturberoendet varierar nivån mellan 13,8V vid 50°C och 15,0V vid 0°C.

För att batteriet skall få en bra laddning är det viktigt att pricka gasningsspänningen så nära som möjligt. Det är därför av största vikt att laddaren har en kompensering för varierande temperaturer så att den väljer rätt spänning vid laddningen. Resultatet blir annars att ett varmt batteri kommer att bli överladdat på grund av för hög laddningsspänning och ett kallt batteri inte blir fullt uppladdat på grund av för låg laddningsspänning.

Till skillnad från det första laddningssteget finns inget naturligt givet kriterium för när det andra steget skall anses avslutat utan detta kan vara baserat på olika parametrar som till exempel att strömstyrkan skall ha sjunkit till ett visst värde, att laddningen i det andra steget skall ha pågått en viss tid eller en kombination av dessa. Man kan dock säga att tanken normalt sett är att det andra steget skall pågå till dess att man laddat tillbaka hela batterikapaciteten i batteriet.

Det tredje laddningssteget innebär att man med hjälp av en viss överladdning (några procent extra kapacitet) säkerställer en utjämning av laddningen mellan cellerna så att batteriet som helhet blir ordentligt fulladdat.

Överladdningen syftar dels till att återbilda de sista resterna av det blysvulfat som bildas på plattorna under urladdning till aktiva material, dels att häva den stratifiering som uppstår under laddning i batterier med fri flytande elektrolyt.

Stratifiering innebär att elektrolytens densitet, täthet, är högre i botten av cellerna än vad den är upptill. Fenomenet uppstår på grund av att den svavelsyra som bildas vid laddningen har hög densitet och sjunker neråt i elektrolyten. Detta tillstånd måste hävas eftersom det i annat fall kommer att leda till bestående skador i batteriet genom så kallad sulfatering, som är en kemisk omlagringsprocess av reaktionsprodukterna i batteriets plattor och som inte kan repareras om den får utvecklas.

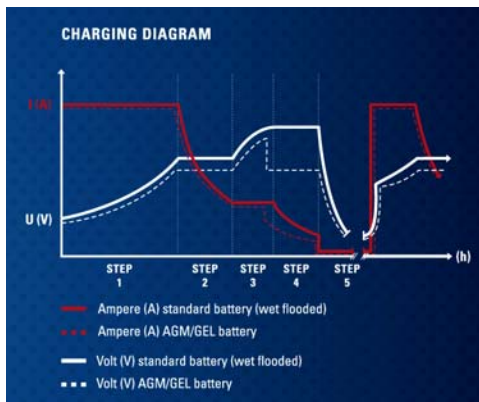
I ventilreglerade batterier (AGM/GEL) är elektrolyten (syran) bunden antingen som gel eller i de glasfibermattor som används som separatorer och därför uppstår inte någon nämnvärd stratifiering i dessa batterier.

Det innebär alltså att så kallade fritt ventilerade batterier (standardbatterier) och ventilreglerade batterier (AGM/GEL) skall laddas på olika sätt i det tredje steget. I fritt ventilerade batterier behöver man höja spänningen och på så sätt provocera fram en gasutveckling som blandar om elektrolyten. Det vill säga att man behöver höja spänningen över gränsen för gasning, genom att låsa strömmen vid ett visst värde och låta spänningen stiga. Detta leder då till den önskade gasningen som medför en omrörningseffekt så att syran som bildas under laddningen kommer att blandas med elektrolyten i övrigt.

I ventilreglerade batterier är det däremot viktigt att i huvudsak undvika gasning dels därför att den inte behövs eftersom det inte finns någon flytande vätska som skall blandas och dels för att det ökar risken för uttorkning eftersom mängden elektrolyt är mindre i dessa batterier än i de fritt ventilerade samtidigt som de heller inte kan efterfyllas med vatten.

Metoden att ladda ventilreglerade batterier i tredje steget är därför att låta spänningen ligga kvar på eller strax under gasningsspänning och låta strömmen fortsätta att avta, vilket är ett skonsamt sätt att åstadkomma den överladdning som behövs för den fullständiga laddningen.

Kontentan av ovanstående blir alltså att olika batteriteknologier behöver laddas enligt kurvor som är anpassade för den aktuella batteriteknologin annars riskerar man att batteriet blir felaktigt laddat antingen genom otillräcklig laddning eller genom överladdning.



Exempel på laddningskurvor för batterier av typ AGM/GEL respektive Standardbatterier

Laddning på det sätt som beskrivs ovan brukar kallas IUI-laddning eftersom de tre stegen styrs med konstant ström (I) i det första, konstant spänning (U) i det andra och avslutningsvis konstant ström (I).

En ytterligare uppdelning och förfining av laddningskurvan kan innebära att man programmerar in fler steg, men dessa är då varianter på det ovan beskrivna laddningsförloppet.

Säkerhet vid laddning

Av säkerhetsskäl behöver laddaren ha en intelligens för att kunna diagnosticera felaktiga batterier.

Ett felaktigt batteri uppför sig annorlunda än ett riktigt, vilket under olyckliga omständigheter kan innebära säkerhetsrisker. Antag att kriteriet för när första stegets laddning skall avbrytas enbart definieras av att man skall ha nått gasningsspänning. Om ett batteri har en kraftig kortslutning i en cell kommer man inte att nå gasningsspänning. Om det inte finns andra kriterier inbyggda kommer det att leda till att fem celler får ett spänningsläge som ger kraftig gasning medan den kortslutna cellen kommer att ligga kvar på en låg spänning. Eftersom spänningen över de friska cellerna

kommer att överskrida gasningsspänningen, uppstår en kraftig gasning i dessa samtidigt som temperaturen stiger och batteriet torkar ut vilket kan leda till säkerhetsrisker. Det är därför nödvändigt att komplettera de rent batterianpassade kriterierna med andra begränsningar som säkerställer att även onormala situationer kan hanteras. I exemplet ovan så undviks problem till exempel genom att begränsa den tid som laddningen tillåts pågå innan spänningskriteriet är uppfyllt.

För att åstadkomma en optimal och säker laddning bör laddaren ha följande funktioner:

- Temperaturkompensering
- Laddningskurvor anpassade för olika batteriteknologier
- Laddningsförlopp anpassade för olika batteristorlekar
- Inbyggda säkerhetsfunktioner
- Avbrottskriterier som bygger på en kombination av strömstyrkor och tid



På moderna laddare väljer man rätt batteristorlek och batteriteknologi

I en beskrivning över batteriladdning bör även nämnas den laddningsform som syftar till att bibehålla batterier, som lagras eller står i vila, i fulladdat tillstånd.

Denna typ av laddning brukar kallas underhållsladdning och innebär att man genom att lägga en spänning på cirka 13,7V över ett 12V batteri tvingar en mycket liten laddningsström att flyta genom batteriet och som då kompenserar för den självurladdning som alltid pågår.

Självurladdningen i moderna batterier är mycket låg, men med tiden sänker den laddningsstatus på batterier som står i vila. Detta måste kompenseras antingen genom periodiska uppladdningar eller som en kontinuerlig underhållsladdning.

Batteriskötsel

Inledningsvis nämndes betydelsen av att sköta om sitt batteri på ett bra sätt och förutom vikten av att ladda batteriet är också nedanstående skötselguide väsentlig att ha i minnet om man vill få ut maximal nytta av sitt batteri:

Djupurladda aldrig batterier. Upprepade djupa urladdningar förkortar påtagligt batteriernas livslängd.

Batteriinstallationer bör dimensioneras för ett urladdningsdjup på max. ca 50 procent.

Utsätt inte batterier för extrema temperaturer.

Vid förvaring bör batterier stå svalt och torrt eftersom självurladdningen är lägre i kyla.

Batterier skall alltid förvaras fulladdade. Batterier som inte hålls fulladdade riskerar att sulfatera och tappa kapacitet.

För att förhindra att låga strömmar (inkopplade klockor, larm, etc.) laddar ur batteriet vid längre tids förvaring, bör batteriet kopplas bort från elsystemet.

Om spänningen under förvaring sjunker under 12,4 V måste batteriet laddas.

Genom att mäta batteriets vilospänning får man ett mått på laddningstillståndet: (Anm; Vilospänning mäts på ett obelastat batteri och kan den första tiden efter laddning speciellt för ventilreglerade batterier ligga betydligt högre än vad som nedan anges för ett fulladdat batteri)

- Ett fulladdat batteri har vilospänning ca 12,7 V
- Ett halvladdat batteri har vilospänning ca 12,2 V
- Ett urladdat batteri har vilospänning ca 11,7 V

Kom ihåg att ett urladdat batteri kan frysa sönder vid normala vintertemperaturer.

För öppningsbara batterier bör syranivån kontrolleras och vid behov justeras med batterivatten.

Håll poler och kabelskor fria från beläggningar och oxider som kan förorsaka spänningsfall och försämra batteriets funktion.

Håll batterier rena och torra eftersom fukt och smuts kan leda till urladdningar på grund av de krypströmmar som kan uppstå.

Christer Svensson
Kungälv 2010